ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 56816— 2023

КОМПОЗИТЫ ПОЛИМЕРНЫЕ

Метод определения механических характеристик при сжатии перпендикулярно к плоскости образца материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2023

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Объединением юридических лиц «Союз производителей композитов» (Союзкомпозит) совместно с Акционерным обществом «НПО Стеклопластик» (АО «НПО Стеклопластик»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 497 «Композиты, конструкции и изделия из них»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 ноября 2023 г. № 1388-ст

4 Настоящий стандарт разработан с учетом основных нормативных положений стандарта АСТМ С365/С365М—16 «Стандартный метод определения характеристик при сжатии по нормали материалов внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций» (ASTM C365/C365M—16 «Standard Test Method for Flatwise Compressive Properties of Sandwich Cores», NEQ)

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р 56816—2015

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2023

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Сущность метода 2
5 Оборудование 2
6 Подготовка к проведению испытаний 4
7 Проведение испытаний 6
8 Обработка результатов 8
9 Протокол испытаний 9
Приложение А (обязательное) Компенсация нелинейного участка в нижней части кривой на графике «нагрузка — перемещение» 11

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КОМПОЗИТЫ ПОЛИМЕРНЫЕ

Метод определения механических характеристик при сжатии перпендикулярно к плоскости образца материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций

Polymer composites. Method for determination of compressive mechanical properties normal to plane of sandwich core materials specimen

Дата введения — 2024—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на материалы внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций, изготавливаемых из полимерных композитов, и устанавливает метод определения механических характеристик при сжатии перпендикулярно к плоскости образца материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций.

Метод применим для материалов внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций с поверхностью непрерывного склеивания (например, пробковое дерево и пенопласты), а также с поверхностью прерывистого склеивания (например, сотовые структуры).

Настоящий стандарт распространяется на определение свойств при сжатии в указанном направлении, однако также применим для определения свойств при сжатии в других направлениях с возможными незначительными изменениями.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 14766 Машины и приборы для определения механических свойств материалов. Термины и определения

ГОСТ 24888 Пластмассы, полимеры и синтетические смолы. Химические наименования, термины и определения

ГОСТ 28840 Машины для испытания материалов на растяжение, сжатие и изгиб. Общие технические требования

ГОСТ 32794 Композиты полимерные. Термины и определения

ГОСТ Р 50779.12 Статистические методы. Статистический контроль качества. Методы случайного отбора выборок штучной продукции

ГОСТ Р 56654 Композиты полимерные. Метод определения плотности материалов внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций

ГОСТ Р 56762 Композиты полимерные. Метод определения влагопоглощения и равновесного состояния

ГОСТ Р ИСО 3534-2 Статистические методы. Словарь и условные обозначения. Часть 2. Прикладная статистика

ГОСТ Р ИСО 5725-1 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 1. Основные положения и определения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указа-

Издание официальное

телю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 14766, ГОСТ 24888, ГОСТ 32794, ГОСТ Р ИСО 3534-2 и ГОСТ Р ИСО 5725-1.

Примечание — При расхождении в терминах ГОСТ 32794 имеет приоритет перед другими стандартами.

4 Сущность метода

Материал внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции нагружают одноосной сжимающей нагрузкой, перпендикулярной к материалам внешних слоев, между которыми в «сэндвич»-конструкции размещают материал внутреннего слоя. Нагрузку передают на материал внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции при помощи нагружающих плит.

5 Оборудование

5.1 Микрометры и штангенциркули

Используют микрометр с шариковым наконечником номинального диаметра от 4 до 7 мм и микрометр с плоским измерительным наконечником или штангенциркули, подходящие для измерения размеров в рассматриваемом диапазоне, обеспечивающие погрешность измерения не более 1 % длины, ширины и толщины образца. Для образцов обычной формы при измерениях толщины рекомендуется использовать измерительный прибор с погрешностью измерения не более 0,012 мм, а для измерения длины и ширины (или диаметра) — не более 0,25 мм.

Микрометр с шариковым наконечником рекомендуется использовать для измерения толщины образцов, у которых по крайней мере одна плоская поверхность является неровной. Микрометр с плоским измерительным наконечником или штангенциркуль подходящего размера рекомендуется использовать для измерения толщины образцов, у которых обе плоские поверхности являются ровными и гладкими.

По согласованию с заказчиком испытаний допускается применение аккредитованной испытательной лабораторией альтернативных измерительных устройств.

5.2 Нагружающие плиты

Нагрузку на образец передают при помощи закрепленной плоской плиты и плиты со сферическим (самонастраивающимся) гнездом. Нагружающие плиты настраивают и не допускают внецентренного приложения силы. Установка показана на рисунках 1 и 2. Поверхность нагружающих плит должна выступать за края образца. При недостаточной прочности поверхности или для защиты поверхностей нагружающих плит между концами образца и соответствующей плитой кладут закаленную пластину (с параллельными поверхностями).

5.3 Машина для испытания

5.3.1 Испытания проводят на универсальной испытательной машине по ГОСТ 28840, обеспечивающей нагружение образцов с заданной постоянной скоростью перемещения активного захвата, измерение нагрузки с погрешностью не более 1 % измеряемой величины, а также возможность регулирования скорости нагружения образца.

5.3.2 Пример машины для испытания для определения механических характеристик при сжатии материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций приведен на рисунке 1.

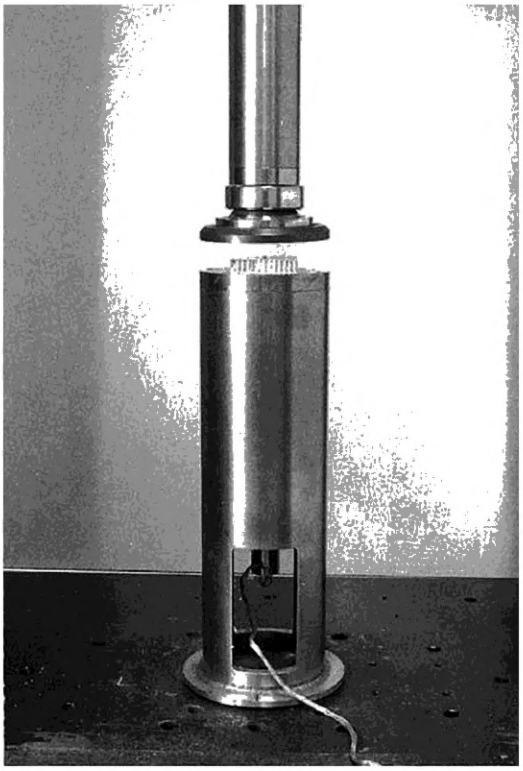


Рисунок 1 — Испытательная машина для определения механических характеристик при сжатии

5.3.3 Машина для испытания должна иметь действующее свидетельство о поверке.

5.4 Устройство индикации смещения

Устройство индикации смещения должно быть способно отслеживать и записывать смещение с точностью до 1 %. Если податливость установки существенна, измеряют смещение при помощи линейного дифференциального датчика, компрессометра или аналогичного устройства с точностью по перемещению ±1 %.

5.5 Пример машины для испытания с устройством индикации смещения показан на рисунке 2. В приведенном примере просверлено маленькое отверстие в центре материала внутреннего слоя и в нижней нагружающей плите, через это отверстие вставлен стержень датчика так, чтобы он касался верхней нагружающей плиты.

Примечание — Тензометры, жестко связанные с поверхностью исследуемого объекта, обычно считают непригодными для измерения деформации в данном случае из-за их жесткости. Упрочняющий эффект жесткой связи датчиков с некоторыми видами внутреннего слоя может привести к большим погрешностям в измерениях деформации.

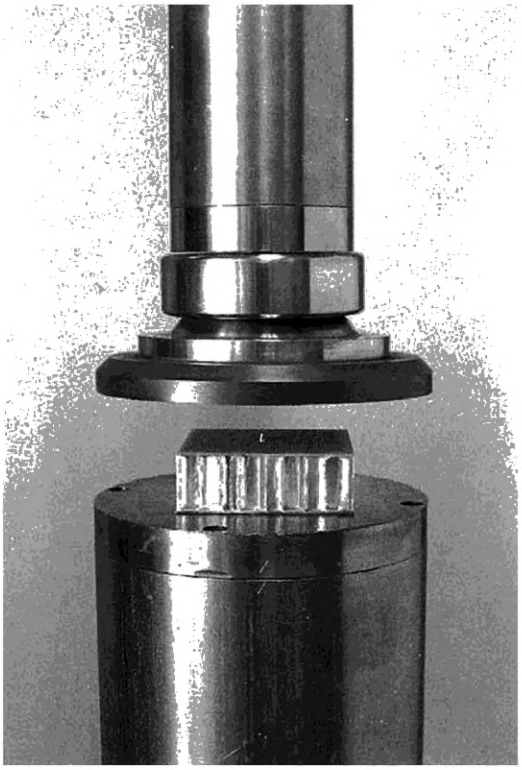


Рисунок 2 — Испытательная машина для определения механических характеристик при сжатии и устройство индикации смещения

5.6 Камера кондиционирования

Камера кондиционирования с возможностью регулирования уровня температуры/влажности, позволяющая поддерживать необходимую температуру с точностью ±3 °С и необходимый уровень относительной влажности с точностью ±3 %. Условия в камере контролируют либо на постоянной основе автоматически, либо вручную через регулярные промежутки времени (рекомендуется проводить проверку как минимум один раз в день).

5.7 Климатическая камера

Климатическая камера для создания условий испытания, которые отличаются от условий испытательной лаборатории. Климатическая камера должна быть в состоянии поддерживать необходимые условия в ходе проведения испытания образца.

5.8 Все применяемые средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке (сертификаты калибровки).

6 Подготовка к проведению испытаний

6.1 Отбор образцов для испытаний

6.1.1 Испытания проводят не менее чем на пяти образцах для каждого набора испытательных условий, если только невозможно получить корректные результаты на меньшем количестве образцов, как в случае наличия плана эксперимента.

В протоколе фиксируют метод отбора образцов.

Примечание — С точки зрения статистической значимости данных рекомендуют использовать методы по ГОСТ Р 50779.12.

6.2 Геометрические параметры

6.2.1 Образец для испытаний должен иметь квадратное или круглое поперечное сечение, не превышающее 10 000 мм^2, и иметь толщину, равную толщине материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции. Минимальную площадь поперечного сечения образца для различных типов материалов внутреннего слоя определяют в соответствии с 6.2.2—6.2.3.

Примечание — Площадь поперечного сечения образца определяют в лицевой плоскости относительно направления, в котором материал внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции будет размещаться внутри «сэндвич»-конструкции. Например, для сотовых материалов внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций площадь поперечного сечения определяют в плоскости сот, перпендикулярной к ориентации стенок сот.

6.2.2 Для поверхностей непрерывного склеивания (например, пробковое дерево и пенопласты) минимальная площадь лицевой поверхности образца должна быть равна 625 мм^2.

6.2.3 Для поверхностей прерывистого склеивания (например, сотовая структура) необходимая площадь лицевой поверхности образца зависит от размера сот для обеспечения испытаний минимального количества сот. Рекомендованные минимальные площади лицевой поверхности приведены в таблице 1, где указаны наиболее распространенные размеры сот. Эти размеры обеспечивают приблизительно не менее 60 сот в образцах. Наибольшее значение площади лицевой поверхности, указанное в таблице 1 (5625 мм^2), является практическим максимумом для данного метода испытаний. Для материала внутреннего слоя с размерами сот, превышающими 9 мм, может потребоваться меньшее количество сот для испытаний.

Таблица 1 — Рекомендованная минимальная площадь поперечного сечения образца

Минимальный размер сот, мм	Максимальный размер сот, мм	Минимальная площадь поперечного сечения, мм^2
—	3,0	625
3,0	6,0	2500
6,0	9,0	5625

6.3 Подготовка и механическая обработка образца

Вырезают образцы так, чтобы нагружаемые поверхности были параллельны друг другу и перпендикулярны к боковым сторонам образца. Принимают меры предосторожности при отрезании образцов от больших листов материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций во избежание образования надрезов, недорезов и шероховатых или неровных поверхностей из-за ненадлежащих способов механической обработки. Окончательных размеров достигают при помощи высокоточного пиления, фрезерования или шлифования, проводимых с охлаждением водяной струей. Установлено, что использование алмазного инструмента чрезвычайно эффективно для многих материальных систем. Фиксируют и вносят в протокол испытаний способ вырезания образца.

Для предотвращения местного разрушения в некоторых сотовых материалах внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций во многих случаях упрочняют поверхность образца. В этом случае поверхность образца погружают в тонкий слой смолистого материала или приклеивают к образцу тонкий лист. При применении любого из упомянутых способов упрочнения его заносят в протокол испытания, а также отмечают способ, конфигурацию и процесс упрочнения. Если поверхности сотового материала внутреннего слоя, соприкасающиеся с материалами внешних слоев, не подвергаются стабилизации (упрочнению), в протоколе испытания указывают, что проведено чистое испытание на сжатие (без упрочнения поверхности образца). В авиастроении и космической отрасли определяют модуль упругости при сжатии только на упрочненных образцах.

Примечание — Испытания материалов внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций со стандартными производственными допусками по толщине от ±0,08 до ±0,13 мм могут показать отклонения в значениях модуля упругости при сжатии перпендикулярно к плоскости внутреннего слоя, поскольку эти допуски слишком велики и не позволяют избежать влияния положения образца в пределах заданного диапазона перемещения. Это явление часто характеризуется наличием нелинейного участка в нижней части кривой на графике «нагрузка—перемещение» (см. приложение А). Для сведения к минимуму нижнего нелинейного участка и достижения линейно-упругого поведения на заданном диапазоне перемещения рекомендуется изготавливать образец с допуском по толщине в площади лицевой поверхности ±0,05 % номинальной толщины материала внутреннего слоя (например, ±0,013 мм при толщине материала внутреннего слоя, равной 2,54 см).

6.4 Маркировка

Маркируют образцы таким образом, чтобы их можно было отличать друг от друга и прослеживать их происхождение от оригинального листа, а также чтобы маркировка не повреждалась и не изменялась в ходе испытаний.

6.5 Кондиционирование

6.5.1 Перед испытаниями рекомендуется привести образец в состояние эффективной равновесной влажности при соответствующей относительной влажности в соответствии с ГОСТ Р 56762.

Если условия кондиционирования не заданы, то кондиционирование не требуется, и образец подвергают испытаниям в том состоянии, в котором он был подготовлен.

6.5.2 Процесс кондиционирования с указанием условий и полученное в результате содержание влаги указывают в протоколе.

Примечание — Термин «влажность», используемый в ГОСТ Р 56762, охватывает не только пары жидкости и конденсат, но и саму жидкость в больших объемах, например при погружении.

6.5.3 Если кондиционирование не проводят, в протоколе испытаний в качестве способа подготовки образца указывают «без специальных условий», а вместо содержания влаги — «неизвестно».

7 Проведение испытаний

7.1 Параметры, которые необходимо указывать до проведения испытаний:

- метод отбора образца, геометрические параметры образца, а также порядок кондиционирования (при необходимости);
- информацию об образце и желаемую форму отчетности;
- внешние условия при подготовке образца перед испытаниями.

Примечание — Требования к внесению данных в протокол устанавливают до начала проведения испытания, чтобы правильно выбрать средства измерения и регистрации данных. Выполняют расчет прочности образца, что поможет в выборе преобразователей, калибровке оборудования и определении настроек оборудования.

7.2 Общие указания

7.2.1 При условии необходимости указания в протоколе плотности материала внутреннего слоя берут образцы из того же листа, который подвергается испытаниям. Плотность материала внутреннего слоя вычисляют в соответствии с ГОСТ Р 56654.

7.2.2 После окончательной механической обработки образца, но перед кондиционированием и испытанием, измеряют длину и ширину образца (или диаметр) и толщину. Погрешность этих измерений не должна превышать 1,0 % размера. Измеряют длину и ширину (или диаметр) образца с погрешностью не более 0,25 мм. Измеряют толщину образца с точностью ±0,013 мм. Заносят в протокол измерения с точностью до трех значащих цифр в миллиметрах.

7.2.3 При необходимости образец кондиционируют. Если условия испытания отличны от условий кондиционирования, до проведения испытания хранят образцы при условиях кондиционирования.

7.2.4 После окончательного кондиционирования образцов, но перед проведением испытаний, проводят повторное измерение длины и ширины (или диаметра) образца и его толщины согласно 7.2.3.

7.3 Скорость при испытании

Задают скорость при испытании так, чтобы разрушение произошло в течение 3—6 мин. При невозможности предварительно рассчитать значение предела прочности материала надлежащим образом проводят предварительные испытания при стандартных скоростях до получения значений предела прочности материала и определения податливости системы, после чего вводят поправки скорости при испытании. Рекомендуемая стандартная скорость перемещения активного захвата — 0,50 мм/мин.

7.4 Условия проведения испытаний

По возможности проводят испытания образцов с тем же уровнем воздействия жидкости, который использовался при кондиционировании. Однако проведение испытаний при повышенной температуре влажного образца создает нереалистичные требования к возможностям оборудования, климатическим

камерам и машинам для испытания. В таких случаях для проведения механических испытаний может понадобиться изменение условий проведения испытаний, например проведение испытаний при повышенной температуре без контроля над воздействием жидкости, но с установленным пределом времени до разрушения после удаления из камеры для кондиционирования. Регистрируют любые изменения в окружающей среде для испытаний.

Примечание — При испытании кондиционированного образца при повышенной температуре без контроля над воздействием жидкости потерю жидкости образцом в процентах до завершения испытания рассчитывают, поместив кондиционированный дублер образца с известной массой в климатическую камеру одновременно с образцом для испытания. Форма дублера образца должна быть схожей с формой испытуемого образца, чтобы испарение влаги было сравнимо с образцом. По завершении испытания дублер образца вынимают из камеры, взвешивают, вычисляют изменение массы в процентах и заносят данные в протокол.

7.5 Установка образца

Рисуют прямоугольник или круг (в зависимости от формы поперечного сечения образца) на нижней нагружающей плите, чтобы правильно отцентрировать образец между нагружающими плитами. Помещают образец на нижнюю нагружающую плиту и прикрепляют соответствующим образом линейный дифференциальный датчик или компрессометр.

Примечание — Тщательно выравнивают образцы между нагружающими плитами для обеспечения максимальной равномерности распределения прилагаемой нагрузки по всей поверхности нагружения. Это способствует обеспечению равномерности нагружения по краям образца. Неравномерное нагружение зачастую приводит к разрушению на одном углу или на одном торце образца.

7.6 Предварительное нагружение

Перемещают привод или захват так, чтобы нагружающая плита касалась линейного дифференциального датчика или компрессометра и образца, и прикладывают стандартную предварительную нагрузку, равную 45 Н. Устанавливают на нуль и регулируют линейный дифференциальный датчик или компрессометр.

7.7 Нагружение

Прикладывают сжимающую нагрузку к образцу с заданной скоростью и проводят регистрацию данных. Нагружают образец до разрушения или пока прогиб, измеренный линейным дифференциальным датчиком или компрессометром, не достигнет 2 % первоначальной толщины материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции.

7.8 Запись данных

Осуществляют регистрацию данных зависимости прилагаемой нагрузки от перемещения активного захвата и прилагаемой нагрузки от прогиба, измеренных линейным дифференциальным датчиком или компрессометром в непрерывном режиме или многократно с постоянными интервалами; для данного метода испытаний рекомендованная частота измерений значений составляет два или три снятия показаний в секунду, минимально — 100 показаний за испытание. При появлении изменений в податливости или раннего разрушения вносят в протокол значение нагрузки, перемещения и характер повреждения, при которых отмечались эти явления. Отмечают в протоколе максимальную нагрузку, нагрузку при разрушении, перемещение активного захвата и прогиб, измеренный линейным дифференциальным датчиком или компрессометром, в момент разрушения или как можно ближе к нему. Кроме того, регистрируют в протоколе перемещение активного захвата при 2 %-ном прогибе, если прогиб такого уровня наблюдался до разрушения.

7.9 Типы разрушения

Единственным допустимым типом разрушения материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции является разрушение по всей плоскости сжатия. Разрушение при сжатии в одном углу или у одной кромки образца считают неприемлемым.

7.10 Проверка

7.10.1 Результаты, полученные на образцах, разрушение которых произошло на месте дефекта, не выявленного при осмотре, не принимают в расчет, если такие дефекты не являются предметом исследований. При наличии дефектов проводят повторные испытания.

7.10.2 При значительном количестве разрушений в выборке, наблюдаемых в одном углу или у одной кромки, проводят проверку средств, создающих нагрузку в образцах. Рассматривают такие факторы, как настройка нагружающих плит, характеристики поверхности образцов и неравномерность механической обработки поверхности и кромок образцов.

8 Обработка результатов

8.1 Предел прочности при сжатии

Предел прочности при сжатии перпендикулярно к плоскости образцов F_z^{fcu}, Н/мм^2, вычисляют по формуле

$$F_z^{fcu} = P_{max} / A, \quad (1)$$

где P_{max} — максимальная нагрузка, выше которой происходит разрушение, Н;
A — площадь поперечного сечения, мм^2.

В протокол записывают результат до трех значащих цифр.

8.2 Напряжение сжатия при 2 %-ном прогибе

Если 2 %-ный прогиб отмечают до прекращения испытания, напряжение сжатия перпендикулярно к плоскости образцов при 2 %-ном прогибе $\sigma_z^{fc0,02}$, Н/мм^2, вычисляют по формуле

$$\sigma_z^{fc0,02} = P_{0,02} / A, \quad (2)$$

где $P_{0,02}$ — прилагаемая нагрузка, соответствующая $\delta_{0,02}$, Н ($\delta_{0,02}$ — зарегистрированное значение прогиба, при котором δ/t является ближайшим значением к 0,02; где t — измеренная до нагружения толщина образца материала внутреннего слоя, мм).

В протокол записывают результат до трех значащих цифр.

8.3 Модуль упругости при сжатии

Модуль упругости при сжатии перпендикулярно к плоскости образцов, определяемый хордой E_z^{fc}, МПа, вычисляют по формуле

$$E_z^{fc} = \left(\left(P_{0,003} - P_{0,001}\right)t\right) / \left(\left(\delta_{0,003} - \delta_{0,001}\right)A\right), \quad (3)$$

где $P_{0,003}$ — прилагаемая нагрузка, соответствующая $\delta_{0,003}$, Н;
$P_{0,001}$ — прилагаемая нагрузка, соответствующая $\delta_{0,001}$, Н;
$\delta_{0,003}$ — зарегистрированное значение прогиба, при котором δ/t приблизительно равно 0,003;
$\delta_{0,001}$ — зарегистрированное значение прогиба, при котором δ/t приблизительно равно 0,001.

В протокол записывают результат до трех значащих цифр.

Отобранные значения прогиба представляют собой нижнюю часть кривой «напряжение — деформация» внутреннего слоя. Для образцов, у которых δ/t менее 0,006, рекомендуется диапазон прогиба от 25 % до 50 % максимального. Однако для некоторых других материалов может оказаться более приемлемым иной диапазон. Другие величины модуля упругости, определяемого хордой, определяют и заносят в протокол по желанию пользователя. Если такие данные получают и заносят в протокол, в нем также отмечают использованные значения, диапазон прогиба и результаты до трех значащих цифр.

Примечание — Если есть данные о том, что нижний нелинейный участок кривой не связан с размещением образца или иным свойством, привнесенным процедурой исследования, и, вероятно, является собственным поведением материала, для учета влияния положения образца в связи с его разной толщиной делают поправки в соответствии с приложением А.

8.4 Статистика

Для каждой серии испытаний среднеарифметическое значение $\bar{x}$, МПа, стандартное отклонение S_{n-1}, МПа, и коэффициент вариации CV, %, для предела прочности на сжатие перпендикулярно к плоскости образцов и модуля упругости вычисляют по формулам:

$$\bar{x} = \left(\sum_{i=1}^{n} x_i \right) / n; \tag{4}$$

$$S_{n-1} = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - n\bar{x}^2 \right) / (n-1)}; \tag{5}$$

$$CV = 100 S_{n-1} / \bar{x}, \tag{6}$$

где x — измеренный или вычисленный показатель;

n — количество образцов.

9 Протокол испытаний

9.1 Протокол испытаний должен содержать следующую информацию:

- ссылку на настоящий стандарт;
- фамилии, имена и отчества участников испытаний;
- любые отступления от описанного метода испытаний, отклонения от нормы и проблемы с оборудованием, замеченные или возникшие в ходе испытаний;
- идентификационные данные по каждому материалу, входящему в состав испытуемого материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции (включая упрочняющий материал, в случае его применения) в том числе: спецификацию на материал, тип материала, обозначение, присвоенное изготовителем материала, номер партии материала, присвоенный изготовителем, источник поступления (если не напрямую от производителя), дату сертификации и срок действия сертификата соответствия;
- описание этапов изготовления материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции, в том числе: дату начала производства, дату окончания производства, характеристику процесса и описание используемого оборудования;
- метод испытаний плотности материала внутреннего слоя, метод отбора проб и геометрические параметры образца, характеристики режима испытаний и результаты испытаний (при необходимости);
- используемый метод подготовки испытуемого образца, включая схему и способ маркировки образца, геометрические параметры образца, метод отбора проб и метод резания образца;
- для образцов с сотовым материалом внутреннего слоя — метод упрочнения образца (если оно проводилось), включая материалы, этап обработки, геометрические параметры образца после упрочнения и так далее;
- результаты любых неразрушающих испытаний;
- даты и методы калибровки всего оборудования, используемого при испытаниях;
- данные по нагружающим плитам и установке, включая размеры и использованный(ые) материал(ы);
- тип машины для испытания материалов, результаты центровки системы, частоту измерений значений и тип оборудования;
- тип, диапазон измерений и чувствительность линейного дифференциального датчика или компрессометра, или иных средств измерения, использованных для измерения прогиба образца на нагружающей плите;
- результаты измерения длины, ширины (или диаметра) и толщины для каждого образца (до и после кондиционирования, если она проводилась);
- массу образца;

- параметры и результаты кондиционирования;
- относительную влажность и температуру воздуха в испытательной лаборатории;
- условия климатической камеры (если она применялась) и время выдержки в условиях климатической камеры;
- количество испытанных образцов;
- скорость при испытаниях;
- индивидуальные и средние значения предела прочности на сжатие в направлении, перпендикулярном к плоскости образцов, стандартное отклонение и коэффициент вариации (в процентах) для всей совокупности, из которой берется выборка;
- индивидуальные и средние значения модуля упругости при сжатии в направлении, перпендикулярном к плоскости образцов, стандартное отклонение и коэффициент вариации (в процентах) для всей совокупности, из которой берется выборка;
- данные зависимости нагрузки от перемещения активного захвата по каждому образцу, на котором проводились такие измерения;
- данные зависимости прогиба, зарегистрированного линейным дифференциальным датчиком или компрессометром от нагрузки по каждому образцу, на котором проводились такие измерения;
- тип разрушения, место разрушения и процент области разрушения от всего материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции по каждому образцу.

9.2 Дополнительно протокол должен содержать диаграммы деформирования и фотографии образцов.

Примечание — За внесение в протокол пунктов, не подконтрольных испытательной лаборатории, которые, например, относятся к сведениям о материалах или параметрам изготовления панелей, отвечает заказчик.

Приложение А
(обязательное)

Компенсация нелинейного участка в нижней части кривой на графике «нагрузка — перемещение»

А.1 На типичной кривой зависимости перемещения от нагрузки (см. рисунок А.1) присутствует нелинейный участок в нижней части кривой АС, который не отображает свойство материала. Он характеризует свойство, привнесенное процедурой исследования, связанное с небрежностью, центровкой или положением образца. Для получения правильных значений модуля упругости при сжатии необходимо компенсировать эту погрешность для получения откорректированной нулевой точки на оси перемещения.

А.2 Для материалов внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций, демонстрирующих гуковский (линейный) участок кривой (см. рисунок А.1), следует продолжить линейный участок (CD) через ось перемещения. Точка пересечения (В) является скорректированной точкой нулевого перемещения (δ = 0,000), от которой следует измерять все значения перемещения.

А.3 При измерениях модуля упругости материала внутреннего слоя «сэндвич»-конструкций рекомендуется, чтобы нелинейный участок в нижней части кривой был в диапазоне менее $\delta_{0,001}$.

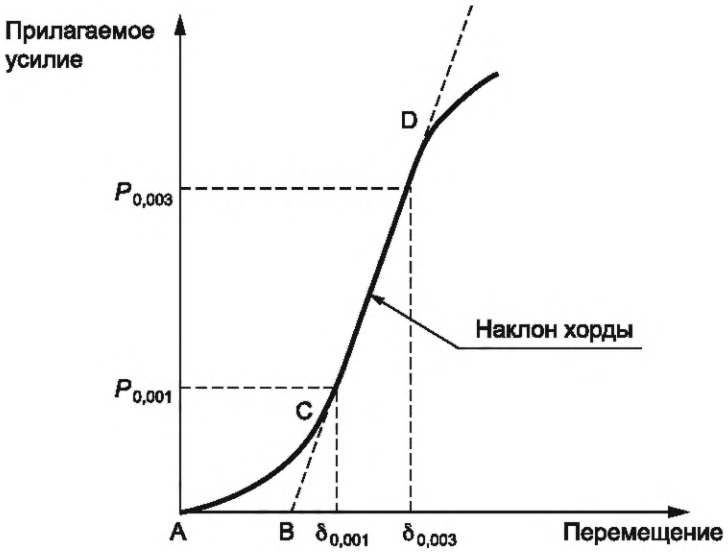


Рисунок А.1 — График с линейным участком

УДК 678.5:006.354

ОКС 83.080
19.020

Ключевые слова: композиты полимерные, сжатие перпендикулярно к плоскости образца, механические характеристики при сжатии «сэндвич»-конструкции, материалы внутреннего слоя «сэндвич»-конструкции, «сэндвич»-конструкция

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *С.И. Фирсова*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 17.11.2023. Подписано в печать 04.12.2023. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,58.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru